

**DEVICE AND EQUIPMENT FOR DETECTING POSITION**

Patent Number: JP10009812  
Publication date: 1998-01-16  
Inventor(s): HOTTA HIROYUKI  
Applicant(s): FUJI XEROX CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP10009812  
Application Number: JP19960166145 19960626  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01B11/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device and equipment for detecting a position which receive diffused light from a light source by photoelectric conversion elements without using an optical system and detect the position of the light source.

**SOLUTION:** A device for detecting a position is composed of three photoelectric conversion parts receiving diffused light from a light source and the photoelectric conversion parts are made up of paired photoelectric conversion elements 1 and 2, 3 and 4 and 5 and 6 respectively. In order to simplify a position detecting operation, the light receiving surfaces of these two photoelectric conversion elements are provided adjacently at a right angle to each other and one photoelectric conversion element of each photoelectric conversion part is provided on the x-z plane. The photoelectric conversion elements are rectangular in the same shape and all of the photoelectric conversion parts are equal in the length of the side whereon the paired photoelectric conversion elements are in contact with each other.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-9812

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 1 B 11/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 11/00

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-166145

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月26日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 堀田 宏之

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

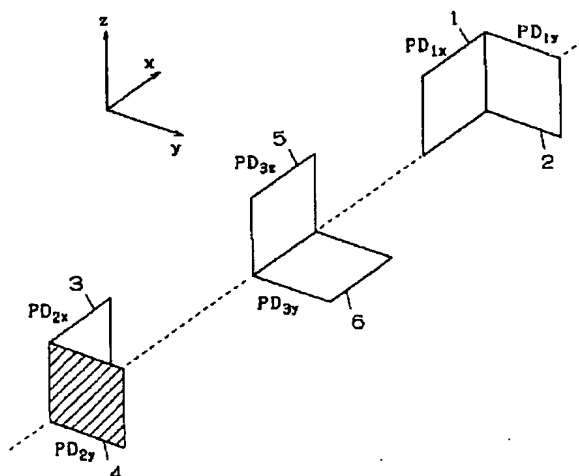
(74) 代理人 弁理士 石井 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 位置検出デバイスおよび位置検出装置

(57) 【要約】

【課題】 光源からの拡散光を光学系を用いずに光電変換素子によって受光し、光源の位置を検出する位置検出デバイスおよび位置検出装置を提供する。

【解決手段】 光源からの拡散光を受光する3つの光電変換部からなり、各光電変換部は、1対の光電変換素子1, 2および3, 4および5, 6からなる。位置検出演算を簡単にするために、これら2個の光電変換素子の受光面は、直角をなして隣接設置され、各光電変換部のうちの1個の光電変換素子をx-z平面上に設置している。各光電変換素子は同一形状の長方形であり、対となる光電変換素子同士が接する辺の長さはいずれの光電変換部についても等しい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの拡散光を受光する少なくとも1つの光電変換部を有し、該光電変換部は、第1および第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とする前記光源の1次元位置を検出する位置検出デバイス。

【請求項2】 光源からの拡散光を受光する少なくとも2つの光電変換部を有し、該光電変換部は、第1、第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とする前記光源の2次元位置を検出する位置検出デバイス。

【請求項3】 光源からの拡散光を受光する少なくとも3つの光電変換部を有し、該光電変換部は、第1、第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とする前記光源の3次元位置を検出する位置検出デバイス。

【請求項4】 少なくとも2つの前記光電変換部は、第1または第2の光電変換手段の一方を共有し、第1または第2の光電変換手段の他方は互いの受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とする請求項2ないし3のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項5】 前記角度は、90度または270度であり、前記光電変換部ごとにいずれかの値が選択されるものであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項6】 少なくとも1つの光電変換部は、光源からの拡散光を透過光と反射光に分ける半透鏡を有し、第1の光電変換手段は前記透過光を受光し、第2の光電変換手段は前記反射光を受光することを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項7】 少なくとも1つの光電変換部には、第1または第2の光電変換手段の一方の受光面で反射する光が、他方の光電変換手段の受光面に入射することを防止する遮光手段を有することを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項8】 前記光電変換部は、凹部または凸部を有する基板を有し、第1、第2の光電変換手段は、光電変換素子であり前記凹部または凸部における交差平面上に形成されたものであることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項9】 少なくとも1つの光電変換部の第1または第2の光電変換手段の表面で反射する光が、他の光電変換部の第1または第2の光電変換手段に入射することを防止する遮光手段を有することを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1項に記載の位置検出デバイス。

【請求項10】 請求項1ないし9のいずれか1項に記

載の位置検出デバイスを少なくとも1つ有し、前記位置検出デバイスにおける前記光電変換部の第1および第2の光電変換手段の出力の比に基づいて前記光源の位置を演算する位置演算手段を有することを特徴とする位置検出装置。

【請求項11】 請求項1ないし9のいずれか1項に記載の位置検出デバイスを複数個有し、前記複数の位置検出デバイスの第1または第2の光電変換手段の少なくとも一方の出力に基づいて、複数の前記位置検出デバイスのうち少なくとも1つの位置検出デバイスを選択し、選択された位置検出デバイスにおける前記光電変換部の第1、第2の光電変換手段の出力の比に基づいて前記光源の位置を演算する位置演算手段を有することを特徴とする位置検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、位置検出に関するものである。例えば、オフィスのデスク上や会議室におけるコンピュータの画面上への、光源付きのペン等を用いてポインティング、手書き入力、コマンド入力や、組立および検査工程等における位置決めのための位置検出に関する技術である。

【0002】位置を検出することによって人の動きや自走台車等の動きの情報を与える、ナビゲーションなどに応用が可能である。あわせて、コマンドの選択などの制御情報を光信号として送信したり、組立および検査工程における測定データ等を光信号として送信することも可能となる。

## 【0003】

【従来の技術】オフィスのデスク上や会議室において、ポインティング、手書き入力、コマンド入力などの指示や入力を行なう場合、現状では、マウス、キーボード、またはタブレットやディスプレイの画面をペンでなぞるものなどが用いられている。利用者がこれらの複数のデバイスを操作するには、各デバイスについて操作領域がそれぞれ限定されてしまう。しかし、情報量が増えたり、遠隔地との通信を行う機会が増えるに従い、複数の画面を扱ったり、スムーズなコミュニケーションを行うために、複数のデバイスの操作を極力簡単に、そして限定されない操作領域で操作を行うための技術が不可欠となってくる。

【0004】望ましくは、ペンのような簡単なデバイスだけを用い、特定の2次元平面上での指示および入力に限らず、3次元空間での立体画像や複数の仮想的な平面、ディスプレイ面、デスクの上等を利用者が自由に選択して、指示および入力を行ないたいという要望がある。また、そのペンなどの位置を検出する位置検出装置自体においても、小型のデバイスと簡単な演算式によって、高精度で位置を検出したいという要望がある。さらに、組立や検査工程、ナビゲーション等の、あらゆる位

位置検出に関する分野において、より小型で低コストの装置によって、2次元または3次元の位置情報を高精度で得たいという要望がある。

【0005】これらの要望に対して、特開昭55-56285号公報、特開昭56-29778号公報に記載されているように、専用のタブレットを用いて平面上の位置を検出するものがある。また、実開平5-25525号公報に記載されているように、2次元の半導体位置センサ（以下、PSD: Position Sensing Deviceと略す）とレンズを用いて平面上の位置を検出するものがある。しかし、これらのデバイスは、それぞれ限定された範囲の平面上の操作領域を必要としている。

【0006】さらに、3次元空間での位置検出または形状測定に関する従来の技術としては、特開平3-150623号公報等に記載されているように、複数の2次元PSDやCCDとピンホールを用いるものがあるが、原理的に光量を十分にとれず検出範囲が限定され、また、文字を読み取れるほどの高い読み取り精度を持っていない。また、例えば、特開昭54-116258号公報に

記載されているように、複数の1次元CCDを互いに直交方向に対向させるものがあるが、1次元CCDを配置する位置が限られてしまうため検出装置の小型化が困難であり、コスト的にも高価である。

【0007】別の技術として、特開平3-196326号公報に記載されているように、レンズと2分割ピンフォトダイオードを用いるものもあるが、レンズを用いるため、レンズの収差によって精度が劣化し、収差の除去および組立て時の調整が困難である。特開平6-42919号公報に記載されているように、PSDと遮光手段を用いるものもあるが、演算が複雑で通常の回路では実現が困難である。特開平7-198326号公報に記載されているように、一列に配置されたフォトダイオードにレーザ光のスポットを当てるものがあるが、フォトダイオードと演算回路を多数用いなければ十分な精度が得られない。

【0008】さらに、これらの装置においては、指示及び入力の領域は、特定の30cm立方程度に限られた領域であり、それ以上の数mにおよぶ領域において、小型のデバイスと簡単な演算式によって指示及び入力を行うことは、現状では不可能である。

【0009】一方、太陽光、放射線等の方向測定、あるいは、装置の方向制御を目的とする技術分野においては、レンズ等の光学系を用いないものが知られている。特開昭60-226397号公報に記載されているように、光電変換面が所定の角度をなして向き合った一対の光電変換素子の出力差によって、太陽光の追尾を行なうものがある。特開昭62-142212号公報に記載されているように、受光面が所定の角度をなして向き合った一対の受光板の温度差によって、太陽光に対する姿勢

角の制御を行なうものがある。特開平02-99813号公報に記載されているように、受光面が所定の角度をなして向き合った一対の太陽電池セルの出力差によって、零出力点を中心として中心付近で入射角度にほぼ比例する光電変換出力を得て、照度に関するスケールファクタが既知であれば検出軸回りの姿勢角を検出できるものがある。

【0010】これらの技術は、光源からの光が、太陽光などの無限遠からの平行光線であることを前提とする。角度検出だけが可能であり、光源との距離などを検出することはできない。一対の検出器の出力差が、零出力点を中心として中心付近では光の入射角度にほぼ比例するというものである。しかし、照度や変換効率に関するスケールファクタが既知でなければ、入射角度の値を検出できない。

【0011】特開昭51-27358号公報に記載されているように、互いに異なる方向を向いた3個以上の光電変換素子等の検出器を1箇所に設置し、これらの検出器出力の違いによって太陽光等の線源の方位角および高度（角度）を割り出すものがある。この文献には、照度や変換効率に関するスケールファクタに影響されない演算式が記載されている。しかし、この技術も、太陽光などの無限遠からの平行光線である場合を前提とする。角度検出だけが可能であり、光源と検出器との間の距離などを求めることはできない。

【0012】したがって、このような特殊な平行光線ではなく、ごく一般的な光源からの拡散光の方向検出を複数の受光器によって行なう場合には、光源が一定の方向にあっても光源からの遠近などによって複数の受光器の出力が大きく異なるため、光源の方向を特定することは不可能である。また、平行光線の場合には、仮に3方向から方向検出を行なったとしても、光源の3次元位置を特定するということは原理的に不可能である。

【0013】一方、磁場を用いる位置検出方式も、商品名「FASTRAK」（日商エレクトロニクス）として知られている。しかし、測定範囲は3m程度と広範囲のものもあるが、測定範囲およびその2倍程度の距離内に磁性体が存在する場合には、磁場が歪められて、補正不可能な誤差が残るため、測定条件はごく限られた条件が許されるのみである。超音波を用いる位置検出方式も、商品名「3D MOUSE」（旭エレクトロニクス社製）として知られている。しかし、周辺の壁やディスプレイからの超音波の反射波によるノイズが多く発生し、やはり測定条件はごく限られた条件が許されるのみである。

【0014】このように、上述した従来技術では、位置検出範囲が限られていたり、位置検出精度が十分でないなどの問題があった。レンズなどの光学系を用いないものもあるが、平行光線を前提にした方向検出に限られていた。したがって、オフィスのデスク上や会議室におい

て、ポインティング、手書き入力、コマンド入力などの、指示および入力を行う場合、その他、組立ておよび検査工程等における位置決めのための位置検出に用いるには問題があった。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、赤外LEDなどの一般的な光源からの拡散光を、レンズなどの光学系を用いずに光電変換素子によって受光し、これら光電変換素子の出力を簡単な演算式を用いて演算することで、光源の1次元

ないし3次元の位置を高精度で検出する位置検出デバイスおよび位置検出装置を提供することを目的とするものである。

【0016】通常、レンズ等の光学系を用いて位置検出を行う場合、その光学系を通過した光が、平面上に並んだ複数の光電変換素子に入射し、その各出力を用いて光源の位置を特定するという特徴を持つ。つまり、光学系は光源からの直線的な光を各光電変換素子に対して方向付けをするという役割を果たしている。しかし、光学系を用いることで、その光学系自体の持つ焦点深度、収差等の性能の限界や、光電変換素子との位置合わせの調整工程やコストといった大きな問題点を内在する。

【0017】そこで、本発明においては、光電変換素子同士の位置合わせという点だけは、通常の光学系を用いた場合と同様に調整が必要であるが、その光電変換素子を90度などの特定角度に設置することによって、従来、光学系によって行われていた、光源からの直線的な光の方向付けに相当する作用を自ら課すものである。このように、装置を構成する部品の位置を変更することで、従来、装置全体として大きな問題となっていたレン

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明においては、前記光源の1次元位置を検出する位置検出デバイスにおいて、光源からの拡散光を受光する少なくとも1つの光電変換部を有し、該光電変換部は、第1および第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とするものである。

【0019】請求項2に記載の発明においては、前記光源の2次元位置を検出する位置検出デバイスにおいて、光源からの拡散光を受光する少なくとも2つの光電変換部を有し、該光電変換部は、第1、第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とするものである。

【0020】請求項3に記載の発明においては、前記光源の3次元位置を検出する位置検出デバイスにおいて、光源からの拡散光を受光する少なくとも3つの光電変換

部を有し該光電変換部は、第1、第2の光電変換手段を有し第1、第2の光電変換手段の受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とするものである。

【0021】請求項4に記載の発明においては、請求項2ないし3のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、少なくとも2つの前記光電変換部は、第1または第2の光電変換手段の一方を共有し、第1または第2の光電変換手段の他方は互いの受光面が180度以外の角度をなして近接配置されたものであることを特徴とするものである。

【0022】請求項5に記載の発明においては、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、前記角度は、90度または270度であり、前記光電変換部ごとにいずれかの値が選択されるものであることを特徴とするものである。

【0023】請求項6に記載の発明においては、請求項1ないし5のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、少なくとも1つの光電変換部は、光源からの拡散光を透過光と反射光に分ける半透鏡を有し、第1の光電変換手段は前記透過光を受光し、第2の光電変換手段は前記反射光を受光することを特徴とするものである。

【0024】請求項7に記載の発明においては、請求項1ないし6のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、少なくとも1つの光電変換部には、第1または第2の光電変換手段の一方の受光面で反射する光が、他方の光電変換手段の受光面に入射することを防止する遮光手段を有することを特徴とするものである。

【0025】請求項8に記載の発明においては、請求項1ないし7のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、前記光電変換部は、凹部または凸部を有する基板を有し、第1、第2の光電変換手段は、光電変換素子であり前記凹部または凸部における交差平面上に形成されたものであることを特徴とするものである。

【0026】請求項9に記載の発明においては、請求項1ないし8のいずれか1項に記載の位置検出デバイスにおいて、少なくとも1つの光電変換部の第1または第2の光電変換手段の表面で反射する光が、他の光電変換部の第1または第2の光電変換手段に入射することを防止する遮光手段を有することを特徴とするものである。

【0027】請求項10に記載の発明においては、位置検出装置において、請求項1ないし9のいずれか1項に記載の位置検出デバイスを少なくとも1つ有し、前記位置検出デバイスにおける前記光電変換部の第1および第2の光電変換手段の出力の比に基づいて前記光源の位置を演算する位置演算手段を有することを特徴とするものである。

【0028】請求項11に記載の発明においては、位置検出装置において、請求項1ないし9のいずれか1項に記載の位置検出デバイスを複数個有し、前記複数の位置

検出デバイスの第1または第2の光電変換手段の少なくとも一方の出力に基づいて、複数の前記位置検出デバイスのうち少なくとも1つの位置検出デバイスを選択し、選択された位置検出デバイスにおける前記光電変換部の第1、第2の光電変換手段の出力の比に基づいて前記光源の位置を演算する位置演算手段を有することを特徴とするものである。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の位置検出デバイスの第1の実施の形態の斜視図である。図中、1～6は光電変換素子である。なお、各光電変換素子には、配置位置および光電変換面の配列方向を表わす添字を有する記号PDを適宜付して示すこととする。

【0030】この実施の形態は、図示しない光源の3次元位置を検出する位置検出デバイスである。光源からの拡散光を受光する3つの光電変換部からなり、各光電変換部は、それぞれ2個の光電変換素子1、2および3、4および5、6からなる。位置検出演算を簡単にするために、これら2個の光電変換素子の受光面は、直角をなして隣接設置され、各光電変換部のうちの1個の光電変換素子をx-z平面上に設置している。各光電変換素子は同一形状の長方形であり、対となる光電変換素子同士が接する辺の長さはいずれの光電変換部についても等しいものとする。

【0031】具体的に、各光電変換素子の配置および向きを説明する。第1の光電変換部は、光電変換素子(PD<sub>1x</sub>)1および光電変換素子(PD<sub>1y</sub>)2からなる。光電変換素子(PD<sub>1x</sub>)1は、x-z平面上の-x方向に配列され、光電変換面に垂直な方向はy方向である。光電変換素子(PD<sub>1y</sub>)2は、y-z平面上のy方向に配列され、光電変換面に垂直な方向は-x方向である。

【0032】第2の光電変換部は、光電変換素子(PD<sub>2x</sub>)3および光電変換素子(PD<sub>2y</sub>)4からなる。光電変換素子(PD<sub>2x</sub>)3は、x-z平面上のx方向に配列され、光電変換面に垂直な方向はy方向である。光電変換素子(PD<sub>2y</sub>)4は、y-z平面上のy方向に配列され、光電変換面に垂直な方向はx方向である。図示の状態では、光電変換面が見えないため、光電変換素子(PD<sub>2y</sub>)4にはハッチングを施して図示している。

【0033】第3の光電変換部は、光電変換素子(PD<sub>3x</sub>)5および光電変換素子(PD<sub>3y</sub>)6からなる。光電変換素子(PD<sub>3x</sub>)5は、x-z平面上のz方向に配列され、光電変換面に垂直な方向はy方向である。光電変換素子(PD<sub>3y</sub>)6は、x-y平面上のy方向に配列され、光電変換面に垂直な方向はz方向である。

$$V_{1y} / V_{1x} = l_{1y} / l_{1x} \quad \dots (1)$$

$$V_{2y} / V_{2x} = l_{2y} / l_{2x} \quad \dots (2)$$

$$l_{1y} / l_{1x} = x / y \quad \dots (3)$$

$$l_{2y} / l_{2x} = (d - x) / y \quad \dots (4)$$

【0039】(1)～(4)式より、次式が成り立つ。

【0034】したがって、第1の光電変換部の各光電変換素子1、2はx-y平面に垂直であり、光電変換素子同士が接する辺はz軸方向にあり、第2の光電変換部の各光電変換素子3、4もx-y平面に垂直であり、光電変換素子同士が接する辺もz軸方向にある。これらの第1、第2の光電変換部は向かい合う形で設置されている。第3の光電変換部の各光電変換素子5、6はy-z平面に垂直であり、光電変換素子同士が接する辺はx軸方向にある。

【0035】図2は、本発明の第1の実施の形態のx-y平面の断面図である。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。7は光源であり、座標をL(x, y)とする。x-y平面に垂直な第1、第2の光電変換部について説明する。光源7からの光が各光電変換素子に入射する場合、入射する立体角の大きさに依存して受光量が異なり、受光量に応じた出力が各光電変換素子1～4の出力端子から得られる。

【0036】第1の光電変換部の各光電変換素子1、2、第2の光電変換部の各光電変換素子3、4において、光電変換素子の受光面を斜辺とした2個の直角三角形が形成されている。この2個の直角三角形は、斜辺の長さが同じで、光電変換素子の受光面の交点Oまたは交点Dにおける角度の和が90度であることから、合同である。さらに、それぞれは、光源の位置を含む直角三角形OPLまたはDPLと相似であることがわかる。ここで、交点Oの座標を(0, 0)、交点Dの座標を(d, 0)とし、Pは、交点O、Pを結ぶ直線と、この直線に光源L(x, y)から引いた垂線との交点であり、座標は(x, 0)である。

【0037】つまり、光電変換素子(PD<sub>1x</sub>)1と光電変換素子(PD<sub>1y</sub>)2に関しては、l<sub>1x</sub>およびl<sub>1y</sub>を含む三角形が合同であり、それらは三角形OPLと相似である。l<sub>1x</sub>およびl<sub>1y</sub>の長さに応じた出力V<sub>1x</sub>、V<sub>1y</sub>が光電変換素子(PD<sub>1x</sub>)1および光電変換素子(PD<sub>1y</sub>)2の各出力端子から得られる。光電変換素子(PD<sub>2x</sub>)3と光電変換素子(PD<sub>2y</sub>)4に関しても同様であり、l<sub>2x</sub>およびl<sub>2y</sub>を含む三角形が合同であり、それらは三角形DPLと相似である。l<sub>2x</sub>およびl<sub>2y</sub>の長さに応じた出力V<sub>2x</sub>、V<sub>2y</sub>が光電変換素子(PD<sub>2x</sub>)3および光電変換素子(PD<sub>2y</sub>)4の各出力端子から得られる。

【0038】以上の関係を式で表わし、これを用いて光源7の座標(x, y)の値を求めていく。まず、次式(1)～(4)が成り立つ。

$$\begin{aligned} (V_{2y}/V_{2x}) / (V_{1y}/V_{1x}) &= (l_{2y}/l_{2x}) / (l_{1y}/l_{1x}) \\ &= ((d-x)/y) / (x/y) \\ &= d/x - 1 \end{aligned} \quad \dots (5)$$

(5) 式より、

$$\begin{aligned} x &= d / (1 + (V_{2y}/V_{2x}) / (V_{1y}/V_{1x})) \\ &= d (V_{1y}/V_{1x}) / (V_{2y}/V_{2x} + V_{1y}/V_{1x}) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

(6) 式, (1) 式, (3) 式を用いて、

$$y = d / (V_{2y}/V_{2x} + V_{1y}/V_{1x}) \quad \dots (7)$$

が求まる。

【0040】図3は、本発明の第1の実施の形態の y-z 平面の断面図である。図中、図1、図2と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。光源7の座標を L(y, z) とする。y-z 平面に垂直な第3の光電変換部について説明する。図2と同様に、三角形の合同と相似の関係を用いて z の値を求める。光電変換素子 (PD<sub>3z</sub>) 5 と光電変換素子 (PD<sub>3y</sub>) 6 に関して、l<sub>3z</sub> お

$$\begin{aligned} V_{3y}/V_{3z} &= l_{3y}/l_{3z} \\ l_{3y}/l_{3z} &= z/y \end{aligned}$$

ここで、y は (7) 式より求まっているのでこれを用い

$$\begin{aligned} z &= (l_{3y}/l_{3z}) y \\ &= d (V_{3y}/V_{3z}) / (V_{2y}/V_{2x} + V_{1y}/V_{1x}) \end{aligned} \quad \dots (10)$$

【0042】以上の (6) 式, (7) 式, (10) 式により、各光電変換素子 1~6 の出力 V<sub>1x</sub>, V<sub>1y</sub>, V<sub>2x</sub>, V<sub>2y</sub>, V<sub>3y</sub>, V<sub>3z</sub> と、線分 OD の長さ d を用いて、光源の 3 次元座標 L(x, y, z) を求めることができる。

【0043】上述した位置検出デバイスの個々の構成について説明する。光源7は主に赤外光を発光する。赤外光は一般的なオフィスにおいて比較的少ない光である。また、赤外光以外の外乱光については、光電変換素子 1~6 の前に図13を参照して後述する赤外光透過フィルタを設けるか、赤外光を光強度変調して光電変換素子 1~6 の出力において、その変調された周波数のみをフィルタ回路によって出力することにより、効率よく除去することが可能である。

【0044】光電変換素子 1~6 は、上述した光を受光してこれを電気信号に変換する作用を有している。わずか2個の光電変換素子を用いて、これを所定の角度に設置することによって、1次元の位置を検出することが可能となる。レンズを用いないため、焦点距離や収差を考慮した設計、および、組立て時の調整の困難がなくなるという大きな利点を有している。また、ピンホールやスリットとは異なり、単に光電変換素子 1~6 の対の組合せという方法をとっているため、受光面積を多くとることができ、光量も大きく、広範囲での位置検出を行うことが可能である。

【0045】さらに、光源7として赤外 LED、光電変換素子としてフォトダイオードという安価なデバイスを用いることにより、低コストを実現することができ、オフィスのデスク上や会議室での任意の平面や空間で、手書き文字の読み取り、コマンド入力、ポインティングな

よび l<sub>3y</sub> を含む三角形は合同であり、それらは三角形 QRL と相似である。ここで、交点 Q の座標を (0, 0) とし、R は、交点 Q から y 軸方向に引いた直線と、この直線に光源 L(y, z) から引いた垂線との交点であり、座標は (y, 0) である。l<sub>3z</sub> および l<sub>3y</sub> の長さに応じた出力 V<sub>3z</sub>, V<sub>3y</sub> が光電変換素子 (PD<sub>3z</sub>) 5 および光電変換素子 (PD<sub>3y</sub>) 6 の出力端子から得られる。

【0041】まず、次式 (8), (9) が成り立つ。

$$\dots (8)$$

$$\dots (9)$$

て、

どを可能とし、多量の情報を扱ったり、スムーズなコミュニケーションを実現することが可能となる。

【0046】また、フォトダイオードの光量の分解能力は、少なくとも 1/30000 程度はあるので、例えば 60cm の距離を 0.02mm/dot、6m の距離を 0.2mm/dot、という非常に高い密度で分解することが可能となり、通常のオフィスや家庭に限らず、一般的な位置検出を、より簡単かつ正確に行なうことが可能となる。なお、光源7は赤外光以外でもよく、フォトダイオードは、他の光電変換機能を有するデバイスであればよい。

【0047】また、光電変換素子などフォトダイオードの端部での出力が、中央部等の他の部分に比べて、光量に対してのリニアリティが劣る場合などの問題を有する場合には、その端部から必要な部分まで、光電変換素子に接して遮光手段を設けることにより、精度劣化の要因となる部分を用いずに位置検出を行うことが可能である。このような場合には、図1に示したように同形状の光電変換素子を隣接して配置することはむしろ好ましいが、図10ないし図12を参照して説明するように、光電変換素子の隣接を必ずしも必要とせず、光電変換素子同士が同面積である必要もない。

【0048】図4は、本発明の位置検出デバイスの第2の実施の形態の斜視図である。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、光電変換素子 1, 2 からなる第1の光電変換部と、光電変換素子 3, 4 からなる第2の光電変換部とは同じ方向を向いている。具体的に説明すると、光電変換素子 (PD<sub>2y</sub>) 4 が、光電変換素子 (PD<sub>1y</sub>) 2 と同じ

—x 方向を向いている点で、図 1 に示した第 1 の実施の形態と相違する。なお、図 1 に示した配置と比較して、光電変換素子 3、4 からなる第 2 の光電変換部の位置が、他の光電変換部の間に設置されているが、光電変換部間の位置関係は任意であり、この点では、図 1 に示した第 1 の実施の形態と原理的な相違はない。

【0049】図 5 は、本発明の位置検出デバイスの第 2

$$V_{1y} / V_{1x} = l_{1y} / l_{1x} \quad \cdots (11)$$

$$V_{2y} / V_{2x} = l_{2y} / l_{2x} \quad \cdots (12)$$

$$l_{1y} / l_{1x} = x / y \quad \cdots (13)$$

$$l_{2y} / l_{2x} = (x - d) / y \quad \cdots (14)$$

【0051】(11) 式～(14) 式より、次式が成り立つ。

$$\begin{aligned} (V_{2y} / V_{2x}) / (V_{1y} / V_{1x}) &= (l_{2y} / l_{2x}) / (l_{1y} / l_{1x}) \\ &= ((x - d) / y) / (x / y) \\ &= 1 - d / x \quad \cdots (15) \end{aligned}$$

(15) 式より x は、

$$\begin{aligned} x &= d / (1 - (V_{2y} / V_{2x}) / (V_{1y} / V_{1x})) \\ &= d (V_{1y} / V_{1x}) / (V_{1y} / V_{1x} - V_{2y} / V_{2x}) \quad \cdots (16) \end{aligned}$$

(16) 式と (11) 式、(13) 式を用いて、

$$y = d / (V_{1y} / V_{1x} - V_{2y} / V_{2x}) \quad \cdots (17)$$

が求まる。

【0052】図 6 は、本発明の位置検出デバイスの第 2 の実施の形態の z-y 平面の断面図である。図中、図 3 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。z-y 平面に垂直な光電変換部 5、6 について説明する。図 3 と同様に三角形の合同と相似の関係を用いて z の値を求める。光電変換素子 (PD<sub>3z</sub>) 5 と光電変換素子

$$V_{3y} / V_{3z} = l_{3y} / l_{3z} \quad \cdots (18)$$

$$l_{3y} / l_{3z} = z / y \quad \cdots (19)$$

ここで、y は (17) 式より求まっているのでこれを用いて、

$$\begin{aligned} z &= (l_{3y} / l_{3z}) y \\ &= d (V_{3y} / V_{3z}) / (V_{1y} / V_{1x} - V_{2y} / V_{2x}) \quad \cdots (20) \end{aligned}$$

【0054】以上により、各光電変換素子 1～6 の出力  $V_{1x}$ 、 $V_{1y}$ 、 $V_{2x}$ 、 $V_{2y}$ 、 $V_{3y}$ 、 $V_{3z}$  と、線分 OD の長さ d を用いて、光源の 3 次元座標 L (x, y, z) を求めることができる。

【0055】なお、図 1 ないし図 6 においては、計算を簡単にするために、光電変換素子 (PD<sub>1x</sub>) 1、光電変換素子 (PD<sub>2x</sub>) 3、光電変換素子 (PD<sub>3z</sub>) 5 を全て x 軸上に設置してあるが、これらは x 軸上以外に移動させてもかまわない。その場合には、図 1 ないし図 6 における各光電変換部の位置から移動する距離を、式の中の x、y、z に加えることで簡単に対応できる。例えば、図 2 に示した光電変換素子 (PD<sub>2x</sub>) 3 と光電変換素子 (PD<sub>2y</sub>) 4 の対の位置 D (d, 0) を D (d, -a) に移動させる場合は、(3) 式の y に a を加えて y + a にする、といった修正となる。この点については、後述する他の実施の形態においても同様である。

【0056】図 7 は、本発明の位置検出デバイスの第 3 の実施の形態の斜視図である。図中、図 1 と同様な部分

の実施の形態の x-y 平面の断面図である。図中、図 2 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。x-y 平面に垂直な 2 つの光電変換部 1、2 および 3、4 について説明する。図 1 と基本的な原理は同じであるので、式の展開過程を省略して最終的に得られた式を示していくこととする。

【0050】

(PD<sub>3y</sub>) 6 に関しては、 $l_{3z}$  および  $l_{3y}$  を含む三角形は合同であり、それらは三角形 QRL と相似であり、 $l_{3z}$  および  $l_{3y}$  の長さに応じた出力  $V_{3z}$ 、 $V_{3y}$  が光電変換素子 (PD<sub>3z</sub>) 5 および光電変換素子 (PD<sub>3y</sub>) 6 の出力端子から得られ、以下の式が成り立つ。

【0053】

$$\cdots (18)$$

$$\cdots (19)$$

には同じ符号を用いて説明を省略する。この実施の形態は、各光電変換部において、2 個の光電変換素子が近接する辺を、図 1 に示した実施の形態とは反対側にし、言い換えれば、光電変換素子の受光面がなす角度を 270 度としたものである。このようにすることにより、光電変換部を構成する一方の光電変換素子で反射した光が他方の光電変換素子に入射して誤差が生じることを避けることが可能となる。

【0057】図 8 は、本発明の位置検出デバイスの第 3 の実施の形態の x-y 平面の断面図である。図中、図 2 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。図から明らかなように、図 2 に示した各光電変換部において、交点 O、D の位置を変えることなく、光電変換素子 (PD<sub>1x</sub>) 1、光電変換素子 (PD<sub>2x</sub>) 3 の位置を左右にずらし、光電変換素子 (PD<sub>1y</sub>) 2、光電変換素子 (PD<sub>2y</sub>) 4 の位置を下にずらしただけであるから、(1) 式～(7) 式がそのまま成り立つ。

【0058】図 9 は、本発明の位置検出デバイスの第 3



の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。図中、図 3 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。図から明らかなように、交点  $Q$  の位置を変えることなく、光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 6 の位置を左にずらし、光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 5 の位置を下にずらしただけであるから、(8) 式～(10) 式がそのまま成り立つ。なお、光電変換素子の厚みを無視して交点  $O$ 、 $D$ 、 $Q$  の位置を決めている。この厚みを考慮した場合も、後述する図 10、図 11 と同様な、光電変換素子が短縮化されるケースとなり、特に問題はない。図 4 ないし図 6 を参照して説明した第 2 の実施の形態においても同様に、2 個の光電変換素子の近接する辺を反対側とすることが可能である。原理は全く同じであるので、図示および説明を省略する。

【0059】図 10 は、本発明の位置検出デバイスの第 4 の実施の形態の  $x-y$  平面の断面図である。図 11 は、本発明の位置検出デバイスの第 4 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。図中、図 2、図 3 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。11～16 は光電変換素子であり、図 1 ないし図 3 に示した光電変換素子 1～6 の長さを短縮したものである。各光電変換素子 11～16 には、光電変換素子 1～6 と同様に、配置位置および光電変換面の配列方向を表わす添字を有する記号  $PD$  を適宜付すこととする。この第 4 の実施の形態は、各光電変換部を構成する 2 個の光電変換素子の長さを短縮し、さらに、2 個の光電変換素子同士が接することなく、それらの延長面が 90 度の角度で交差するものである。

【0060】図 10 において、光電変換素子 ( $PD_{1x}$ ) 11、光電変換素子 ( $PD_{1y}$ ) 12 を、ともに光電変換部の延長面の交線とは反対側の辺を起点として 30% の長さに短縮した場合について例示する。仮に、残りの 70% の部分の側に光電変換素子があったとすると、この場合は、単に図 2 に示した光電変換素子 ( $PD_{1x}$ ) 1、光電変換素子 ( $PD_{1y}$ ) 2 の縮尺を変えただけであり、演算式に特別な補正が不要であることは明かである。その結果、残りの 30% 部分の側に光電変換素子がある図 10 の場合についても同様に、演算式に特別な補正を必要とせずに位置検出できることがわかる。

【0061】一般に、光電変換素子の受光面上の任意の 1 点において、光源 7 からの光と光電変換素子の受光面とのなす角度が大きいくほど照射光量の密度が高い。光電変換素子の長さが光源との距離に比べて小さければこの角度は大きく変わらないから、照射光量の密度も大きくは変わらない。しかし、厳密にいうと、光電変換素子の受光面内の照射光の光量分布には傾きが生じている。

【0062】そこで、図 10、図 11 に示したように、光電変換素子の長さを短縮した場合の光量分布の傾きの影響を考えてみる。光電変換素子 ( $PD_{1x}$ ) 11 と光電変換素子 ( $PD_{1y}$ ) 12 の間、光電変換素子 ( $PD_{2x}$ )

13 と光電変換素子 ( $PD_{2y}$ ) 14 の間、光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 15 と光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 16 の間には、各光電変換素子について同様な傾向の光量分布が生じている。すなわち、それぞれ、交点  $O$  ( $0, 0$ )、交点  $D$  ( $d, 0$ )、交点  $Q$  ( $0, 0$ ) から離れるほど、光源 7 からの光と光電変換素子の受光面とのなす角度が大きくなり、照射光量の密度が高くなる。したがって、同じ割合で長さを短縮する場合には、特に補正の必要はない。光電変換素子の長さの短縮に関しては、第 1 の実施の形態以外についても同様に可能であるが、原理は同様なので図示および説明を省略する。

【0063】図 12 は、本発明の位置検出デバイスの第 5 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。図 3 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。21、22 は光電変換素子である。光電変換素子 21 と光電変換素子 22 で構成される光電変換部について例示する。図中、光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 21 は、図 3 に示した光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 5 と同様なものであり、光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 22 は、図 3 に示した光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 6 の長さが短縮されたものである。したがって、光電変換部を構成する 2 個の光電変換素子の面積が異なる場合の例である。

【0064】この図では、紙面垂直方向の長さが同じである光電変換素子を前提にしているので、面積に応じて長さが異なることになる。光電変換素子の出力は、その受光面の面積に比例するので、演算回路において、少なくとも一方の光電変換素子の出力に補正係数をかけて、両方の面積が等しい場合に相当するようにすればよい。光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 21 が光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 22 の 130% の長さであるとする、光電変換素子 ( $PD_{3y}$ ) 22 の出力である  $V_{3y}$  に 1.3 をかければ補正が可能になる。光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 21 が、図 3 に示した光電変換素子 ( $PD_{3z}$ ) 5 の長さに対して短縮される場合でも同様である。光電変換素子の面積が異なることに関しては、他の実施の形態においても可能であるが、原理は同様なので図示および説明を省略する。

【0065】図 13 は、本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 1 の変形例であり、赤外光透過フィルタを用いた例の説明図である。図 13 (A) は平板状赤外光透過フィルタ 31、図 13 (B) はドーム状赤外光透過フィルタ 32 を用いた例である。図中、図 3 と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。光電変換素子 5 と光電変換素子 6 で構成される光電変換部について例示する。

【0066】図 3 に示した光源 7 として赤外光を採用した場合に、光源 7 と光電変換部の間に、赤外光を選択的に透過するフィルタを設置する。平板状赤外光透過フィルタ 31 を用いる場合、またはドーム状赤外光透過フィルタ 32 を用いる場合がある。一般には、ドーム状赤外光透過フィルタ 32 を使用する場合が多いが、本発明に

においては、平板状赤外光透過フィルタ 31、またはこれに近いものが望ましい。光源 7 からの光が、赤外光透過フィルタを透過する際に屈折するため、光源からの光の入射角が、光電変換素子 ( $P D_{3z}$ ) 5、光電変換素子 ( $P D_{3y}$ ) 6 に対して、より厳密には各光電変換素子上の受光点の位置に対して、等しくなくなる。しかし、平板状赤外光透過フィルタ 31 の場合の方が、比較的等しい。

【0067】赤外光透過フィルタとしては種々のものが市販されており、特に制限はない。例えば、赤外光以外の光を吸収する色素を含有するガラス製または透明合成樹脂製のもの、あるいは、赤外光以外の光を反射する干渉薄膜を表面にコーティングしたガラス製または透明合成樹脂製のものなどがある。赤外光透過フィルタの設置に関しては、他の光電変換部および他の実施の形態の位置検出デバイスにおいても同様に可能である。

【0068】図 14 は、本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 2 の変形例であり、遮光板を設けた例の説明図である。図 14 (A) は光電変換部内における反射防止の説明図である。光電変換素子 ( $P D_{1x}$ ) 11 と光電変換素子 ( $P D_{1y}$ ) 12 で構成される光電変換部について例示する。図 14 (B) は 2 つの光電変換部の間における反射防止の説明図である。光電変換素子 1、2 よりなる第 1 の光電変換部と光電変換素子 3、4 よりなる第 2 の光電変換部について例示する。図中、図 2、図 10、図 13 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。図を簡単にするため、光源 7 からの光は 1 本の線で表している。41、42 は遮光板であり、光を吸収するものを用いる。

【0069】図 14 (A) においては、光源 7 からの光が光電変換素子 11 または 12 の一方の受光面の表面で反射し、他方の光電変換素子の受光面に入射する結果、位置検出演算に誤差が生じることを防止するために、遮光板 41 が設置されている。光電変換素子 11、12 は短縮されている。図示の例では、遮光板 41 は、光電変換素子 11、12 間に設置され、光電変換素子 11 に接しこれと直交する部分と、光電変換素子 12 に接しこれと直交する部分とが一体となった逆 L 字状のものである。

【0070】図 14 (B) においては、光源 7 からの光が一方の光電変換部側の光電変換素子 1、2 または平板状赤外光透過フィルタ 31 の表面で反射して、他方の光電変換部側の光電変換素子 3、4 に入射する結果、位置検出演算に誤差が生じることを防止するために、光電変換部の間の空間に平板状の遮光板 42 が設置されている。このような反射光の入射防止に関しては、他の実施の形態においても同様に可能である。

【0071】図 15 は、本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 3 の変形例であり、半透鏡を設けた例の説明図である。光電変換素子 5 と光電変換

素子 6 で構成される光電変換部について例示する。図中、図 3 と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。43 は半透鏡 (ハーフミラー) である。

【0072】光源 7 からの光が光電変換部を構成する 2 個の光電変換素子 5、6 の一方の受光面の表面で反射して、他方の光電変換素子の受光面に入射する結果、位置検出演算に誤差が生じることを防止するために、光源 7 からの光を半透鏡 43 を用いて分離するものである。図 3 に示した光電変換素子 ( $P D_{3z}$ ) 5 を、図示破線で示された  $P D_{3z'}$  の位置から、半透鏡 43 について線対称の位置へ移したものである。

【0073】この場合の光電変換出力を用いても、図 1 ないし図 3 を参照して説明した第 1 の実施の形態、図 4 ないし図 6 を参照して説明した第 2 の実施の形態の場合と同様の計算が可能である。(6) 式、(7) 式、(10) 式、または、(16) 式、(17) 式、(20) 式によって、光源 7 の 3 次元座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) が求まる。ここでは半透鏡 43 の透過率は、光源 7 の光の波長に関して 50% であるとしているが、50% 以外の場合においても、光電変換素子 ( $P D_{3y}$ ) 6 と光電変換素子 ( $P D_{3z}$ ) 5 の出力の割合の補正を行うことにより、50% の場合と同様な位置演算式を用いることができる。半透鏡 43 の設置に関しては、他の実施の形態においても可能である。

【0074】図 16 は、本発明の位置検出デバイスの第 6 の実施の形態の斜視図である。図中、図 1 と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。51 は光電変換素子である。第 1 の光電変換部の光電変換素子 ( $P D_{1x}$ ) 1 と第 3 の光電変換部の光電変換素子 ( $P D_{3z}$ ) 5 を一つの光電変換素子 51 で兼用し、光電変換素子 ( $P D_{1y}$ ) 2 および光電変換素子 ( $P D_{3y}$ ) 6 が接して配置されている。位置検出演算は、上述した (1) 式 ~ (10) 式と同様である。光電変換素子の兼用は、他の実施例においても同様に可能である。

【0075】上述した、図 1 ないし図 16 を参照して説明した各実施の形態および部分的変形例においては、直角または 270 度に設置した光電変換部を 3 つ、また、光電変換素子を兼用する場合に光電変換部を 2 つ有することで、光源 7 の 3 次元位置座標を検出した。光電変換部の数はこれより多くてもよく、その場合には、従来技術の一つとして説明した特開昭 51-27358 号公報中に、「側面」の追加について記載されているのと同様に、位置検出できる光源の範囲を広げたり、あるいは、位置検出精度を高めたり、各光電変換部の故障を検出したりすることが可能となる。

【0076】また、直角または 270 度に設置した光電変換素子の対を 1 つ有することで、1 地点からみた光源の方向 (角度)、あるいは、光源の 1 次元位置座標を検出することが可能である。例えば、図 3 に示した光電変換素子 5、6 からなる光電変換部だけで位置検出デバイ

10

20

30

40

50

スを構成した場合には、 $z/y$ の値から光の入射角の値を求めることができ、また、光源7が、常に $y$ 軸上にあるという前提がある場合には、 $z$ の値を求めることができる。 $y$ 軸上にある必要はなく、任意の直線上にあるという前提がある場合に、この直線上の光源7の1次元位置を求めることができる。光電変換部を複数設ける場合には上述したように位置検出精度を高めることなどが可能である。

【0077】また、90度または270度に設置した光電変換素子の対を2つ有することで、光源の2次元位置座標を検出することが可能である。例えば、図2に示した光電変換素子1、光電変換素子2からなる第1の光電変換部、光電変換素子3、光電変換素子4からなる第2の光電変換部だけで位置検出デバイスを構成した場合には、 $x-y$ 平面上にある光源7の2次元位置座標の値を求めることができる。光電変換素子の対を3つ以上有する場合には位置検出精度を高めることが可能である。

【0078】図17は、本発明の位置検出デバイスを半導体プロセスによって作製する工程の説明図である。図17(A)は、エッチングにより凹凸が形成されたガラス基板の側面図である。図17(B)は、光電変換素子の下部電極、半導体層、上部電極が積層されたガラス基板の側面図である。図17(C)は、光電変換素子の上部電極と半導体層とがパターンニングされたガラス基板の側面図である。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。61はガラス基板、62は凹凸、63は下部電極、64は半導体層、65は上部電極である。半導体層64はシリコンフォトダイオード、下部電極63はTa、Ti、Crなど、上部電極4は透明なITOである。

【0079】本発明の位置検出デバイスでは、光電変換素子をL字型に組み合わせる必要があるため、あらかじめ、基板または基板上に形成された膜に加工を施して凹凸を作製しておくことが望ましい。膜を形成する場合には、二酸化シリコンや窒化シリコン膜を用いればよい。ここでは簡単のため、ガラス基板61を加工する場合を示す。基本的には、図4を参照して説明した第2の実施の形態の光電変換素子1～4を形成する例を用いて説明する。光電変換素子の加工時に光電変換素子間にすき間ができるため、図10および図11に示した第4の実施

の形態のように対をなす光電変換素子同士が接していない構成になる。

【0080】図17(A)において、ガラス基板61をエッチングすることによって凹凸62を作製する。次に、図17(B)において、ガラス基板61の凹凸62に光電変換素子の下部電極63、半導体層64、上部電極65を積層する。そして、図17(C)において、上部電極65、半導体層64と、図示を省略した上部電極65の配線のパターンニングを行なう。なお、光電変換部は、規定の90度または略90度にして設置する必要があるが、製造上完全に90度にすることができない場合にも、特に高精度を求めない用途に使用することができる。また、光電変換部を270度にする場合には、凹凸62の上面および側面に光電変換素子を形成すればよい。凹凸62の図示紙面に平行な側面に光電変換素子を形成することもできる。

【0081】図示を省略するが、図17(C)のように形成された光電変換部の上に、例えば、液状の合成樹脂で基板61および光電変換素子1～4を覆って固化させることによりポリイミド等の有機膜を形成してもよい。この有機膜は保護膜となり、さらにその上にフィルタ層を形成するかまたは貼り付けてもよい。また、有機膜を着色し赤外光透過フィルタの機能をもたせてもよい。

【0082】図18は、本発明の位置検出デバイスにおける光電変換部のなす角度が90度、270度以外である場合の説明図である。図中、図3と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。図3に示した第1の実施の形態における第3の光電変換素子を前提として説明するが、他の光電変換部あるいは、他の実施の形態における光電変換部についても同様に位置検出演算が可能である。

【0083】図3に示した第1の実施の形態における第3の光電変換部に対する相違部分は、光電変換素子(PD<sub>3y</sub>)6を、 $y$ 軸上から $z$ 軸の負の方向に回転し、光電変換素子(PD<sub>3y</sub>)6と光電変換素子(PD<sub>3z</sub>)5がなす角度を $\theta_3$ とした点である。 $\theta_3$ は、光源7からの光線により図示のように $\theta_{3y}$ と $\theta_{3z}$ に分けられる。ここでは次式が成り立つ。

【0084】

$$\tan \theta_{3z} = y/z \quad \dots (21)$$

$$\begin{aligned} l_{3y}/l_{3z} &= \sin(\theta_{3y})/\sin(\theta_{3z}) \\ &= \sin(\theta_3 - \theta_{3z})/\sin(\theta_{3z}) \\ &= (\sin(\theta_3)\cos(\theta_{3z}) - \cos(\theta_3)\sin(\theta_{3z})) / \sin(\theta_{3z}) \\ &= \sin(\theta_3)/\tan(\theta_{3z}) - \cos(\theta_3) \quad \dots (22) \end{aligned}$$

(22)式を変形して $\tan(\theta_{3z})$ を求めると、

$$\tan(\theta_{3z}) = \sin(\theta_3) / (l_{3y}/l_{3z} + \cos(\theta_3)) \quad \dots (23)$$

となる。

【0085】(23)式を(21)式に代入すると、次

$$y/z = \sin(\theta_3) / (1_{3y} / 1_{3z} + \cos(\theta_3)) \quad \dots (24)$$

となる。なお、 $\theta_3$  が180度の場合には、分母および分子が0となるため位置検出演算ができない。

【0086】この例では、光電変換素子(PD<sub>3z</sub>)5は、z軸を含んで設置されているが、光電変換素子(PD<sub>3z</sub>)5を、z軸を含まずにy軸の正または負の方向に回転した場合を考える。簡単のため、PD<sub>3z</sub>とPD<sub>3y</sub>を共に反時計回りに $\theta$ だけ回転させた場合を考える。こ  
 10 こで、上述した考え方と同様の考え方をを用いるために、回転後の光電変換素子(PD<sub>3z</sub>)5の方向を新たなz軸と仮定して、同様に(23)式を用いることで、新たなz軸である光電変換素子(PD<sub>3z</sub>)5の方向に対する光源7の方向が特定できる。あとは、真のz軸から回転した角度 $\theta$ だけ時計回りに回転させた角度が、求める光源7の方向である。

【0087】同様にして、(3)式ないし(5)式、(13)式ないし(15)式を修正することが可能となるので、これらを用いて、光電変換部の出力比を求め、  
 20 さらに光源7の3次元(x, y, z)座標を求めることができる。

【0088】次に、図19ないし図25を参照して、本発明の位置検出デバイスを用いた位置検出装置の具体例を説明する。

【0089】図19は、本発明の位置検出装置の第1の具体例の説明図である。図19(A)は、衝撃センサ、加速度センサへの応用例を説明する図であり、図19(B)は、衝撃センサ、加速度センサの従来例を説明する図である。図中、71は位置検出デバイス、72は光  
 30 源、73は支持棒、74は衝撃センサまたは加速度センサ、75は圧電素子である。この実施の形態は、衝撃センサまたは加速度センサに代表される片持ちばりを用いたセンサを、本発明の位置検出装置によってさらに高精度化した例である。衝撃センサは、物品に取り付けられ物品の輸送時に衝撃が加わったかどうかを輸送後に検出するためのパッチとして用いられる。

【0090】図19(B)に示すように、従来の衝撃センサまたは加速度センサは、圧電素子75などの積層構造からなる片持ちばりを用いているために、その検出特性が片持ちばりの材料や張り合わせの特性に大きく依存しており、検出特性に極大影響を与えない材料を選択するか、または出力の補正が不可欠であった。さらに、圧電素子75の積層構造からなる場合には、1次元方向の衝撃または加速度しか得られなかった。

【0091】しかし、図19(A)に示すように、圧電素子75等を用いることなく自由な材質の支持棒73によって光源72を支持し、その位置を位置検出デバイス71によって検出することができる。位置検出デバイス71と光源72を先端の小部分に有した支持棒73とを  
 50

式のように、求める $y/z$ を、PD対の出力比 $1_{3y}/1_{3z}$ と、既知の $\theta_3$ という値で表すことができ、

ケース74に収納することにより衝撃センサまたは加速度センサとなる。光源72の位置の時間的变化は、CPU等による演算によって算出されるが、ケース74内にこのような演算手段を内蔵するか、あるいは、外部のパーソナルコンピュータや専用の情報処理装置において演算することができる。支持棒73の材質に制限は少なく、また1次元のみならず2次元方向の衝撃および加速度を検出することが可能である。

【0092】位置検出デバイス71を小さく形成できるため、位置検出デバイス71と光源72の配置を逆にして、位置検出デバイス71を可動側に取り付けることもできる。このような逆配置の構成は、後述するいずれの実施の形態においても同様に可能である。なお、光源72としては、自ら発光する発光源に限られず、図示しない他の発光源の光を反射する反射板であってもよい。あるいは、支持棒73の先端自体が光を反射する表面を有していてもよい。これらの反射領域が実質的な光源になる。特に、位置検出を行う対象物に光源72や位置検出デバイス71を取り付けることが困難な場合、対象物に反射領域を設けることによって、反射領域の3次元位置検出を行なうことが可能となる。反射領域以外の部分は測定用の光をなるべく反射しないようにすることが望ましい。

【0093】その際、発光源と位置検出デバイス71を1つのパッケージに収容し、さらに、プリント基板等へ実装するために従来のICと同様の外部接続ピンを設けてもよい。図17に示したような同一の基板上に少なくとも1つの光電変換部とともに発光ダイオード等の光源72を作製して一体化すればさらに小型化が可能になる。

【0094】また、図19(B)の圧電素子75の先端に光源72を設け、光源72および位置検出デバイス71とともに圧電素子75も使い、衝撃センサまたは加速度センサとしてもよい。この場合、異なる2つの方法で衝撃や加速度を検出することができ、両者を補完的に用いたり、一方で他方の校正をすることができる。

【0095】図20は、本発明の位置検出装置の第2の具体例の説明図である。図20(A)は光源を感光ドラムの外周面に設けたもの、図20(B)は光源を感光ドラムの側面に設けたもの、図20(C)は光源を感光ドラムの回転軸に設けたものの説明図である。図中、図19と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。81は感光ドラム、82は回転軸である。この実施の形態は、複写機、ファクシミリ、プリンタ等の電子写真記録機構への応用例であって、感光ドラム81の動作測定などに用いるものである。光源72としては、発光源を用いてもよいが、この具体例では、光源72として反射

領域を用い、図示しない発光源からの拡散光を反射させて実質的な光源とする。

【0096】図20(A)においては、感光ドラム81の感光面上の一小部分に光源72を設け、感光ドラム81とは非接触でこれに近接した位置に位置検出デバイス71を設置し、感光ドラム81が回転して光源72が位置検出デバイス71に近づいた時に光源72からの光によって、光源72の位置を検出し、その値から感光ドラム81の角速度、偏心、軸方向のずれ等の3次元の位置変化情報を演算して測定することができる。

【0097】光源72の位置は、図20(B)に示されるように感光ドラム81の側面的一部分、または、図20(C)に示されるように感光ドラム81の回転軸82の外周面的一部分に設置することもできる。光源72を1箇所を設置した場合には、その1箇所での角速度、偏心、軸方向のずれなどの測定を行うことができるが、光源72を多数箇所に設置した場合は、感光ドラム81の全体での回転方向の速度、偏心、軸方向のずれを常時測定することで、より詳細な測定が可能となる。なお、複数の光源72を区別する必要があるときは、各光源72

のパルス周波数を異ならせ、位置検出デバイス71側で、パルス周波数を弁別すればよい。

【0098】光源72を反射領域とする場合には、反射板を用いなくても、反射領域の感光ドラム81または回転軸82自体が光を反射する表面を有していてもよい。反射板を蛍光体に置き換えることもできる。感光ドラムの全面露光の過程において、蛍光体が露光光源の照射を受けて発する蛍光を反射光とする。また、図20(A)のように、感光ドラム81の面上に発光源または反射領域を設置する場合は、感光ドラム81が反応しない波長の光を用いる必要がある。

【0099】図21は、本発明の位置検出装置の第3の具体例の説明図である。図中、図20と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。91は対象物である基板、92はPAD、93は検査用プローブである。この実施の形態は、検査用プローブ93への応用例であって、対象物である基板91と検査用プローブ93の相対位置関係を検出して位置合わせするものである。半導体のチップまたはウエハを対象物である基板91とすることができる。

【0100】対象物である基板91上には所定の位置にワイヤボンディング用等のための金属のPAD92と光源72が設けられている。光源72は、位置検出時に載置してもよいが、対象物である基板上にあらかじめ取り付けられていてもよい。対象物である基板91上の光源72への電源供給は、可撓性を有するリード線で供給してもよいが、電磁波、電磁誘導などにより非接触でエネルギーを供給できる手段を用いて対象物である基板91側に供給してもよい。あるいは、小型の電池を対象物である基板91上に搭載してもよい。

【0101】この光源72の位置を検査用プローブ93の先端または近傍に設けた位置検出デバイス71によって検出し、PAD92と検査用プローブ93との相対的な位置、すなわち、水平面上の位置および垂直高さを測定する。同時に、測定値をフィードバックさせながら相対位置を図示しない駆動装置によって変え、正確にプロービングを行うことができ、検査用プローブ93の先端がPAD92を切断してしまうようなことがない。

【0102】図22は、本発明の位置検出装置の第4の具体例の説明図である。図中、図20、図21と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。94はワイヤボンディング用プローブ、95はワイヤである。この実施の形態は、ワイヤボンディング用プローブ95への応用例であって、対象物である基板91とワイヤボンディング用プローブ94の相対位置関係を検出し、ワイヤボンディング時の位置合わせを行うものである。

【0103】金線などのワイヤ95が引き出されるワイヤボンディング用プローブ94の先端または近傍に位置検出デバイス71が設けられ、対象物である基板91上には所定の位置にPAD92と光源72が設けられている。位置検出デバイス71によって、PAD92とワイヤボンディング用プローブ94との相対位置を測定し、測定値をフィードバックさせながら相対位置を図示しない駆動装置によって変え、正確にワイヤボンディングを行なうことができる。

【0104】図21または図22においても、光源72を複数箇所に設けることもできる。この場合、対象物である基板91のねじれを検出することができる。光源72を反射領域とする場合には、対象物である基板72上に比較的光を反射させやすいPAD92などの部分を反射領域とすることも可能である。

【0105】なお、類似の応用例として、検査用プローブ93を一般的な製造ラインにおいても使用される組立て作業用ロボットの可動アームに置き換えると、可動アームの位置検出および位置制御に用いることができる。特に、光源72と光位置検出装置71の両方が移動している場合においても、相対的な位置を検出することによって、正確な組立てが可能となる。

【0106】図23は、本発明の位置検出装置の第5の具体例の説明図である。図中、図19と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。101、102はレンズ、103、104はレンズ支持体である。この実施の形態は、複写機、ファックスシミリ、プリンタ、カメラ、望遠鏡、光ディスクドライブ等における、レンズ移動機構への応用例であって、レンズ101、102、レンズ支持体103、104または、図示を省略したレンズ移動機構の動作測定等に用いるものである。

【0107】2枚のレンズ101、102が、それぞれ、レンズ支持体103、104に取り付けられ、水平方向に所定間隔で置かれ、それぞれ、レンズ移動機構に

より水平移動し両者の相対位置が変化する。レンズ支持体 103, 104 の一小部分に、光源 72 を設置し、これらと近接した位置に、それぞれ、位置検出デバイス 71 を設置する。光源 72 をレンズ 101, 102 の端部に設けることもでき、この場合には光源 72 を反射領域とすると好適である。

【0108】レンズ 101, 102 およびレンズ支持体 103, 104 が移動した時に、各光源 72 からの光により、レンズ支持体 103, 104 の位置を検出し、その値からレンズ 101, 102 の位置を測定する。さらに、位置の時間変化を演算することにより、速度、加速度等の位置変化に関する 3 次元の情報を測定することもできる。これらによって、レンズ 101, 102 の位置あるいは位置ずれを定量的に解析することができるので、位置ずれなどのトラブルを未然に発見することができ、このずれ量をフィードバックすることにより位置ずれをなくすこともできる。図示を省略したレンズ移動機構に光源 72 を設ければ、レンズ移動機構自体の特定部分の位置やその位置変化を測定することができる。

【0109】また、ズームレンズ機構においてレンズ位置の検出をすることができる。また、レンズ 101, 102 を中心軸に垂直な面内において移動させるレンズ移動機構においては、レンズ 101, 102 の各中心軸のずれを検出して中心軸を合わせることもできる。なお、レンズ移動機構は、一方のレンズ側のみに取り付けてもよく、この場合は、本発明を用いてレンズ 101, 102 間またはレンズ支持体 103, 104 間の距離を検出することができる。

【0110】また、本発明の 3 次元位置検出装置は、一般的なナビゲーションに関する技術分野にも応用できる。例えば、暦本、「インタラクティブソフトウェア」、日本ソフトウェア科学会、WISS'95、p. 49~56 に記載されているような、簡易なディスプレイを保持してビル内を歩く時のナビゲーションにおいて、壁などに設置した基準の位置標識に対する、本人またはディスプレイの正確な 3 次元位置を知ることが可能となる。この場合は、壁に光源を設置して、人が携帯するディスプレイなどの物、または、身につける物に光位置検出装置を設けると好適である。

【0111】同様に、組立てラインの自走台車の走行方向の制御に関しても、本発明の位置検出装置を用いることによって、床の上に誘導用テープを貼り付けることなく、自走制御が可能となる。例えば、壁などに設置した光源と、自走台車に設置した光位置検出装置によって、自走台車の 2 次元位置はもちろん、段差がある組立てラインにおいても、その上下方向の位置も同時に検出して、自走台車の走行方向の制御に用いることが可能となる。上述したように、非接触で、位置、速度、加速度などの測定ができるので、従来よりも飛躍的に高精度な 3 次元での位置測定が可能となる。

【0112】図 24 は、本発明の位置検出装置の第 6 の具体例の説明図である。図中、111 は 3 次元位置検出ユニット、112 はペン、113 はディスプレイ、114 はキーボード、115 はデスク、116, 117 は仮想平面である。この具体例は、図 1, 図 4, 図 7, 図 16 等を参照して説明した位置検出デバイスの構成をまとめて 1 つの 3 次元位置検出ユニット 111 とし、ディスプレイの上に設置したものである。ここでは、 $80 \times 40 \times 40$  cm の空間の 3 次元位置検出を行なう。

【0113】デスク 115 の上には、ディスプレイ 113、キーボード 114 などが置かれている。3 次元位置検出ユニット 111 は、小型に構成できるため、例えば、ディスプレイ 113 と略同一平面内、具体的には、その上部に取り付けることができ、デスク 115 上で場所を取ることなく、ペン 112 と 3 次元位置検出ユニット 111 との間に使用者の手がはいって影になることを避けることが可能である。

【0114】図示の例では、デスク 115 上とこれに垂直な平面上に、それぞれ仮想平面 116, 117 を設定している。使用者は、これらの仮想平面 116, 117 上で光源を備えたペン 112 を動かすことによって、ポインティング、例えば、特定点の指示や、コマンドの入力、アンダーライン入力、手書きの文字、図形の入力などを行なうことができる。3 次元位置検出ユニット 111 は、光源の位置の 3 次元座標を出力できるから、そのまま 3 次元座標入力装置としても用いることができる。

【0115】使用者は、使い勝手に合わせて、デスク 115 の上または空間上の入力範囲や仮想平面 116, 117 を、 $80 \times 40 \times 40$  cm の空間の中で自由に設定することが可能である。例えば、立体的な物体やツリー構造等をディスプレイ 113 上に表示して、これをマウスではなく、ペン 112 を用いることで自然な入力を行なうことが可能となる。また、例えば、ディスプレイ 113 に接する面を仮想平面に設定して、タッチパネルのように使ったり、仮想平面 116 をタブレットのように使ったり、2 つのディスプレイ 113 の手前にそれぞれ仮想平面 117 を設定したりするなど、自由に指示入力領域を決めることができる。

【0116】3 次元位置検出ユニット 111 中には、演算手段を内蔵する必要は必ずしもない。例えば、図 1 に示した光電変換素子 1~6 の出力に応じたアナログ出力をユニット外に設けられた信号処理装置に伝送したり、あるいは、A/D 変換してデジタル伝送路を通して信号処理装置または汎用のコンピュータに伝送し、ここで光源の位置座標を演算したり、直接にカーソル等の表示位置を指示するデータを出力してもよい。

【0117】ペン 112 は、例えば、通常用いられるボールペン等に光源を設けたもので、ペン筐体の先端部、すなわちペン先に赤外 LED ユニットが取り付けられる。この赤外 LED ユニットが環状に配置されている場

合には、ペンの持ち方に影響されずに3次元位置検出ユニット111に光を照射することができる。位置検出装置専用の光源を用いなくてもよい。例えば、ノート型コンピュータの入力手段として使用されている、リモコンマウス等の赤外線リモコンなどの赤外線通信用の赤外発光を利用してもよい。この場合、3次元位置検出ユニット111は、光強度変調された赤外光を受光するから、これを復調すれば、他の情報の入力手段としても機能することができる。

【0118】図25は、本発明の位置検出装置の第7の具体例の説明図である。図中、図24と同様な部分には同じ符号を用いて説明を省略する。118はテーブルである。この位置検出システムは、広範囲の3次元位置検出を行うために、複数の3次元位置検出ユニット111を設けて、より高精度な位置検出を行なうもので、会議室への応用例を示す。

【0119】この会議室では、正面に大型のディスプレイ113が設けられ、テーブル118に複数の出席者が着席する。特に、手書き文字を0.1mmという高精度で検出するために、3個の3次元位置検出ユニット111が、常にペン112との距離が3m程度になるような場所、例えば、天井に取り付けられている。ここでは、3×3×3mの空間の3次元位置検出を行なう。ちなみに、ペン112と3次元位置検出ユニット111の距離が10mの場合でも、精度は1mm以上確保できるが、手書き文字の軌跡の位置検出などを行う場合は、この具体例のような3個の3次元位置検出ユニット111を用いる方法が有効である。会議の出席者各自の目前に仮想平面117が設定されている。

【0120】また、図が複雑になるために図示を省略したが、図23と同様に、複数のディスプレイ113を設けて、各々のポインティング等のために、複数の仮想平面117を設定することも可能である。これらの仮想平面117は、出席者ごとに別の仮想平面117を設定することができる。会議の出席者は、ペン112で目の前の仮想平面117に筆記することによって、その筆記を、例えば大型のディスプレイ113に反映させることができる。

【0121】最もペン112からの距離が近く、高精度で位置検出を行える3次元位置検出ユニット111を選ぶために、各3次元位置検出ユニット111内の光電変換素子の少なくとも1つの光電変換出力について、各3次元位置検出ユニット111の間で比較し、光電変換出力が最大となる3次元位置検出ユニット111をアナログまたはデジタル演算により選び、この選択された3次元位置検出ユニット111の出力に基づいて位置検出演算をし3次元位置を検出する。選択される3次元位置検出ユニット111は1つに限られず、例えば、光電変換出力の大きい方から2、3を選んで、そこから得られた3次元位置の平均値を求めてもよい。同時に、出力の

いずれかが所定の出力以下になった光電変換素子を有する3次元位置検出ユニット111を選択しないようにすることもできる。

【0122】また、3次元位置検出ユニット111が個別に位置検出演算をして位置を出力する場合は、各3次元位置検出ユニット111の位置出力を各3次元位置検出ユニット111の間で比較し、ペン112との距離が最も近い3次元位置検出ユニット111を選択し、この選択された3次元位置検出ユニット111の位置出力を最適位置出力とすることも可能である。

【0123】ここで、ペン112の向きの変化などによって、選択された3次元位置検出ユニット111であっても、光電変換素子の出力が小さくなり、光電変換素子の検出限界に近づくか、これ以下になった場合には、大型のディスプレイ113の表示画面上において、ペン112の位置に対応する位置に表示されていたカーソル等が、意に反した位置にとどまることになる。そこで、光電変換素子の出力を常時モニターしておき、これが所定出力以下となった場合は、ディスプレイ113上でカーソル等の表示を消すか、表示位置を直前の位置に保持して異なる色または形状のカーソルを表示したり、特定の所定位置に表示させる等、表示を変更することによって、混乱を避けることができる。すなわち、光源の位置を表示部に表示する位置表示装置において、光電変換素子の出力が低下している期間において光源の位置の表示を中止または変更する手段を有することができる。

【0124】図26は、光源の駆動と光電変換素子の出力との関係を説明する図である。図15(A)は光源から出力されるパルス光の波形図、図15(B)は光電変換素子出力の波形図、図15(C)はオフセット分が除去された光電変換素子出力の波形図である。図中、121は光パルス、122は光電変換素子出力、123はオフセット電圧が除去された光電変換素子出力である。光源の駆動および光電変換素子出力の信号処理方法について説明する。

【0125】図1等にした光電変換素子1～6には、光源7からの光以外にも、外光、室内照明の蛍光灯、ディスプレイからの光などの外乱光も入射する。その結果、光電変換素子1～6の出力には、これらの光が光電変換されたものが成分として含まれる。これに対して、光源7として赤外光を用いて、光電変換素子1～6の前に赤外光透過フィルタを設置することが望ましいが、完全に外乱光を除去することは困難である。

【0126】そこで、図25(A)に示すように、光パルス121を発光するように光源7を駆動すると、光電変換素子出力122が図25(B)のように表される。さらに、この出力には外乱光が含まれるため、基底レベルが変動し、一種のオフセット電圧が発生する。図25(C)に示すように、このオフセット電圧を除去することにより、オフセット電圧が除去された光電変換素子出



力 123 を得て、これを用いることにより、さらに正確な位置検出が可能となる。このオフセット電圧除去技術に関しては、例えば、トランジスタ技術、(1990-8)、p. 473~476 に記載されている例のように、特定の光パルスによる光源の駆動と、サンプルホールド等によるオフセット除去回路を含んだ光電変換素子の演算回路がある。

#### 【0127】

【発明の効果】オフィスのデスク上や会議室において、ポインティング、手書き入力、およびコマンド入力などの、指示および入力を行う場合に、マウス、キーボード、またはタブレットやディスプレイの画面をペンでなぞるタッチパネルといった、複数のデバイスについて、操作領域を限定されず、各自で任意に領域を設定して操作することが可能となる。例えばペンのような簡単なデバイスだけを用いて、特定の 2 次元平面での指示および入力に限らず、3 次元空間での仮想的な平面やディスプレイ面や机の上での指示および入力を個人で自由に選択して、これを行うことができる。また、電話のダイヤル入力、TV 会議におけるマイクやスピーカおよびカメラのリモコン操作など、既成の概念にとらわれない幅広い操作をペンなどの簡単なデバイスを用いて行うことができる。

【0128】特に、情報量が増えたり、遠隔地との通信を行う機会が増える場合などで、複数の画面を簡単な操作によって扱ったり、スムーズなコミュニケーションを行うことが可能となる。また、広範囲に 3 次元光位置検出が可能となるため、会議室等においても、従来、プレゼンター以外の人の、発表資料への書き込みや指示が困難であった状況から、会議室の任意の場所から自由に発表資料にコメント、質問などを書き加えることが可能となり、会議時間の有効利用およびコミュニケーションの円滑化が実現する。

【0129】さらに、一般的な位置検出技術への応用として、組立てラインや一般の製品における部品や可動部分の位置制御、加速度等の物理量の測定、および、人の動きや自走台車等の動きに位置情報を与えるナビゲーション等に関して、簡易な構成で高精度な 3 次元位置の検出およびデータ通信が可能となる。また、一般的な 3 次元位置検出として、バーチャル・リアリティへの応用も可能である。

【0130】請求項 1 に記載の発明によれば、光源からの拡散光を受光する少なくとも 1 つの光電変換部を有し、この光電変換部が、第 1 および第 2 の光電変換手段を有し第 1、第 2 の光電変換手段の受光面が 180 度以外の角度をなして近接配置されたものであることから、簡素な構成で光源の 1 次元位置を容易に検出することができるという効果がある。光電変換部は 1 つあればよいが、その数を増やすことによって、検出精度を高めることなどが可能となる。

【0131】請求項 2 に記載の発明によれば、光源からの拡散光を受光する少なくとも 2 つの光電変換部を有し、この光電変換部が、第 1、第 2 の光電変換手段を有し第 1、第 2 の光電変換手段の受光面が 180 度以外の角度をなして近接配置されたものであることから、簡素な構成で光源の 2 次元位置を容易に検出することができるという効果がある。光電変換部は 2 つあればよいが、その数を増やすことによって、検出精度を高めることなどが可能となる。

【0132】請求項 3 に記載の発明によれば、光源からの拡散光を受光する少なくとも 3 つの光電変換部を有しこの光電変換部が、第 1、第 2 の光電変換手段を有し第 1、第 2 の光電変換手段の受光面が 180 度以外の角度をなして近接配置されたものであることから、簡素な構成で光源の 3 次元位置を容易に検出することができるという効果がある。光電変換部は 3 つあればよいが、その数を増やすことによって、検出精度を高めることなどが可能となる。

【0133】請求項 4 に記載の発明によれば、少なくとも 2 つの前記光電変換部が、第 1 または第 2 の光電変換手段の一方を共有し、第 1 または第 2 の光電変換手段の他方は互いの受光面が 180 度以外の角度をなして近接配置されたものであることから、検出に必要とする光電変換手段の個数を減らすことができるという効果がある。

【0134】請求項 5 に記載の発明によれば、角度が、90 度または 270 度であり、光電変換部ごとにいずれかの値が選択されるものであることから、構造上、第 1 および第 2 の光電変換手段の配置が容易になるとともに、所望の位置検出範囲に応じた配置が可能となる効果がある。また、第 1 および第 2 の光電変換手段の出力を用いた位置検出演算が容易になるという効果がある。

【0135】請求項 6 に記載の発明によれば、少なくとも 1 つの光電変換部が、光源からの拡散光を透過光と反射光に分ける半透鏡を有し、第 1 の光電変換手段は前記透過光を受光し、第 2 の光電変換手段は前記反射光を受光することから、一方の光電変換手段の受光面で反射した光が、他方の光電変換手段の受光面に入射することを防止するため、位置検出精度の低下を防止することができるという効果がある。

【0136】請求項 7 に記載の発明によれば、少なくとも 1 つの光電変換部には、第 1 または第 2 の光電変換手段の一方の受光面で反射する光が、他方の光電変換手段の受光面に入射することを防止する遮光手段を有することから、位置検出精度の低下を防止することができるという効果がある。

【0137】請求項 8 に記載の発明によれば、光電変換部が、凹部または凸部を有する基板を有し、第 1、第 2 の光電変換手段が、光電変換素子であり凹部または凸部における交差平面上に形成されたものであることから、



構造上、第 1 および第 2 の光電変換手段の位置決めが容易になるという効果がある。特に、多数の光電変換部を備える場合に好適であり、また、半導体薄膜形成プロセスで、第 1 および第 2 の光電変換手段を実現する場合に好適であるという効果がある。

【0138】請求項 9 に記載の発明によれば、少なくとも 1 つの光電変換部の第 1 または第 2 の光電変換手段の表面で反射する光が、他の光電変換部の第 1 または第 2 の光電変換手段に入射することを防止する遮光手段を有することから、位置検出精度の低下を防止することができるとい

【0139】請求項 10 に記載の発明によれば、請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の位置検出デバイスを少なくとも 1 つ有し、位置検出デバイスにおける光電変換部の第 1 および第 2 の光電変換手段の出力の比に基づいて光源の位置を演算する位置演算手段を有することから、位置検出演算において光源の光量の大きさや光量の変化などの影響を受けないという効果がある。

【0140】請求項 11 に記載の発明によれば、請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の位置検出デバイスを複数個有し、複数の位置検出デバイスの第 1 または第 2 の光電変換手段の少なくとも一方の出力に基づいて、複数の位置検出デバイスのうち少なくとも 1 つの位置検出デバイスを選択し、選択された位置検出デバイスにおける光電変換部の第 1、第 2 の光電変換手段の出力の比に基づいて光源の位置を演算する位置演算手段を有することから、高精度な位置検出演算が可能となる位置検出デバイスを選択して位置を検出することが可能となるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の斜視図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態の  $x-y$  平面の断面図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態の  $y-z$  平面の断面図である。

【図 4】 本発明の位置検出デバイスの第 2 の実施の形態の斜視図である。

【図 5】 本発明の位置検出デバイスの第 2 の実施の形態の  $x-y$  平面の断面図である。

【図 6】 本発明の位置検出デバイスの第 2 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。

【図 7】 本発明の位置検出デバイスの第 3 の実施の形態の斜視図である。

【図 8】 本発明の位置検出デバイスの第 3 の実施の形態の  $x-y$  平面の断面図である。

【図 9】 本発明の位置検出デバイスの第 3 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。

【図 10】 本発明の位置検出デバイスの第 4 の実施の形態の  $x-y$  平面の断面図である。

【図 11】 本発明の位置検出デバイスの第 4 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。

【図 12】 本発明の位置検出デバイスの第 5 の実施の形態の  $z-y$  平面の断面図である。

【図 13】 本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 1 の変形例であり、赤外光透過フィルタを用いた例の説明図である。

【図 14】 本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 2 の変形例であり、遮光板を設けた例の説明図である。

【図 15】 本発明の位置検出デバイスの第 1 の実施の形態の部分的な第 3 の変形例であり、半透鏡を設けた例の説明図である。

【図 16】 本発明の位置検出デバイスの第 6 の実施の形態の斜視図である。

【図 17】 本発明の位置検出デバイスを半導体プロセスによって作製する工程の説明図である。

【図 18】 本発明の位置検出デバイスにおける 1 対の光電変換素子のなす角度が  $90$  度、 $270$  度以外である場合の説明図である。

【図 19】 本発明の位置検出装置の第 1 の具体例の説明図である。

【図 20】 本発明の位置検出装置の第 2 の具体例の説明図である。

【図 21】 本発明の位置検出装置の第 3 の具体例の説明図である。

【図 22】 本発明の位置検出装置の第 4 の具体例の説明図である。

【図 23】 本発明の位置検出装置の第 5 の具体例の説明図である。

【図 24】 本発明の位置検出装置の第 6 の具体例の説明図である。

【図 25】 本発明の位置検出装置の第 7 の具体例の説明図である。

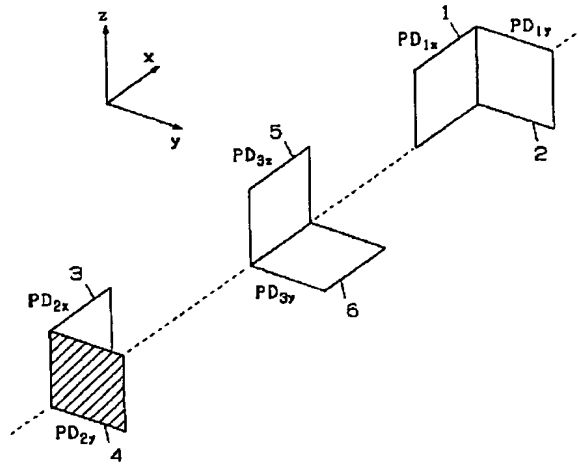
【図 26】 光源の駆動と光電変換素子の出力との関係を説明する図である。

#### 【符号の説明】

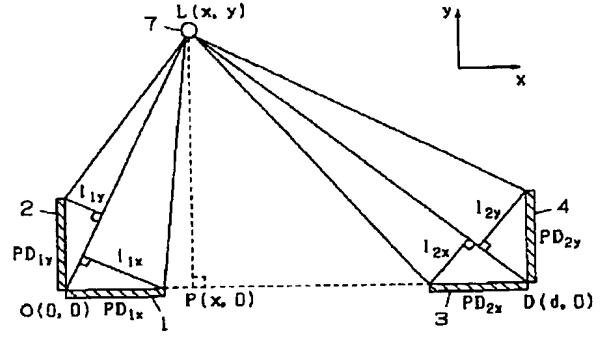
1~6, 11~16, 21, 22, 51...光電変換素子、7, 72...光源、31...平板状赤外光透過フィルタ、32...ドーム状赤外光透過フィルタ、41, 42...遮光板、43...半透鏡、61...ガラス基板、62...凹凸、63...下部電極、64...半導体層、65...上部電極、71...位置検出デバイス、73...支持棒、75...圧電素子、81...感光ドラム、82...回転軸、91...対象物である基板、92...PAD、93...検査用プローブ、94...ワイヤボンディング用プローブ、101, 102...レンズ、103, 104...レンズ支持体、111...3次元位置検出ユニット、112...ペン、113...ディスプレイ、114...キーボード、116, 117...仮想平面、121...光パルス、122...光電変換素子出力、1

23…オフセット電圧が除去された光電変換素子出力。

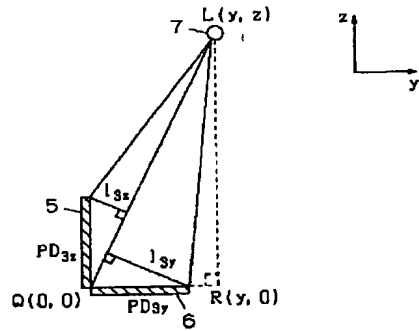
【図1】



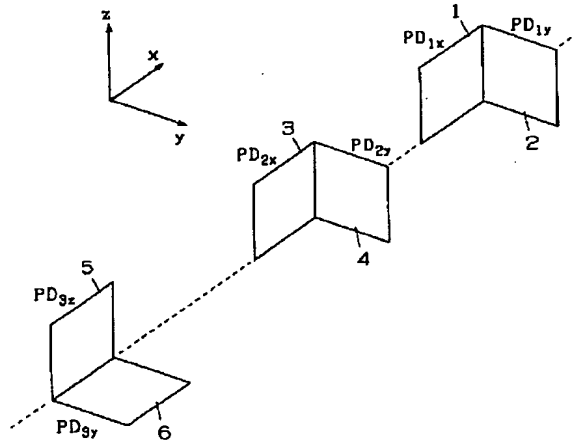
【図2】



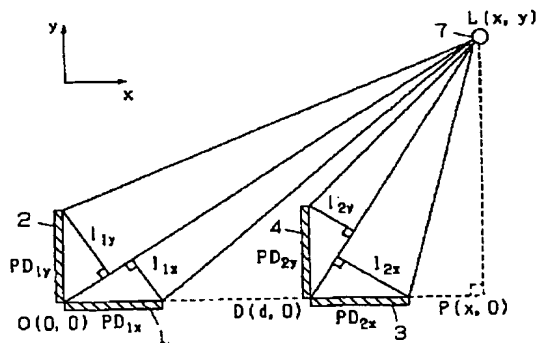
【図3】



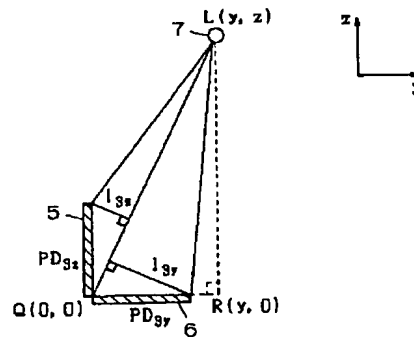
【図4】



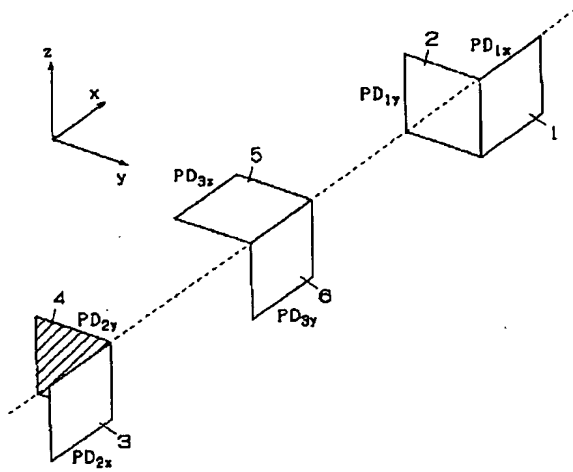
【図5】



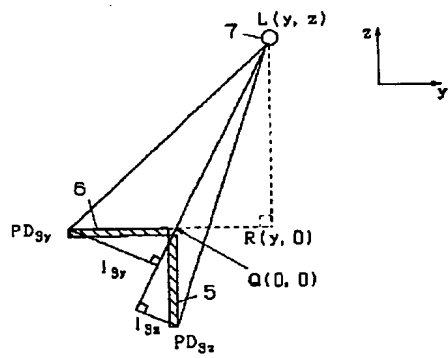
【図6】



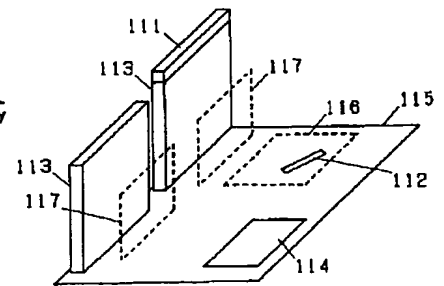
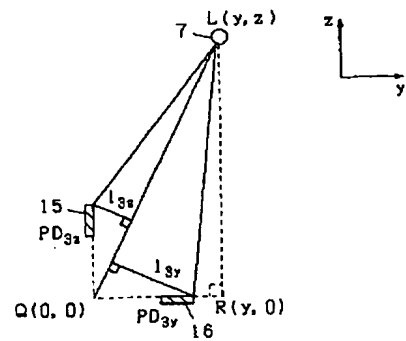
【図7】



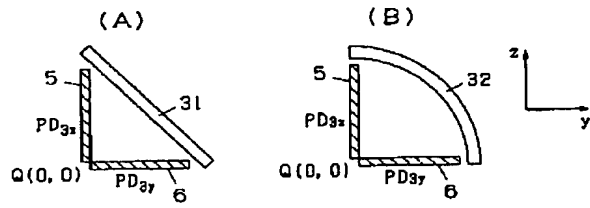
【图 9】



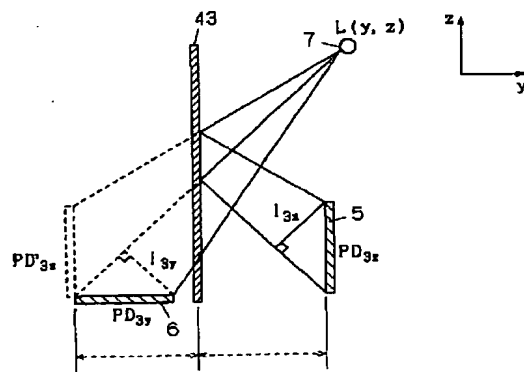
【图 1-1】



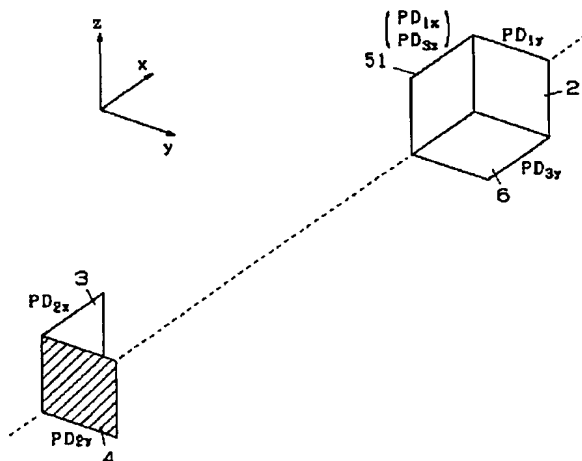
【図 13】



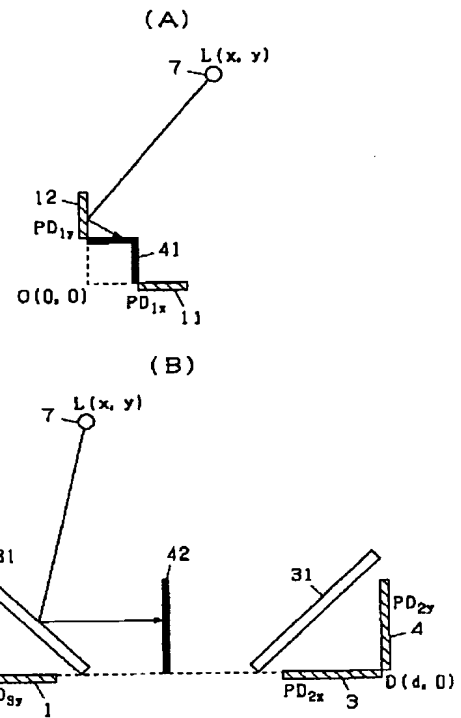
【図 15】



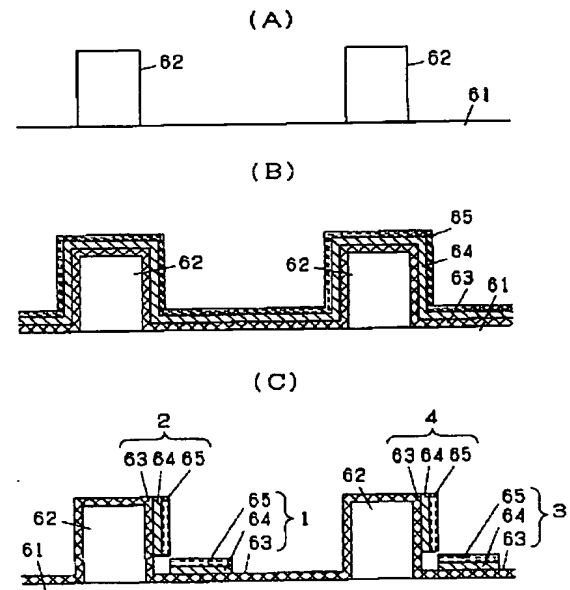
【図 16】



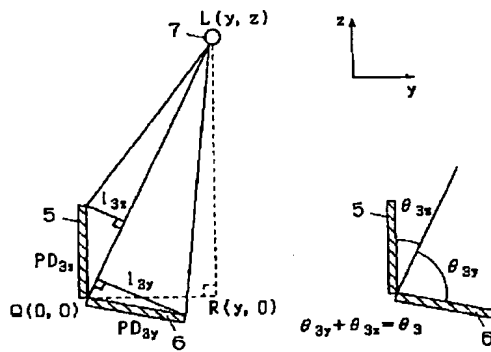
【図 14】



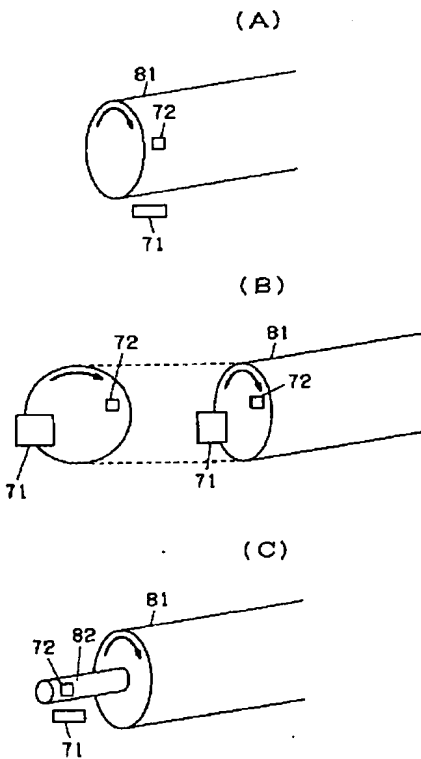
【図 17】



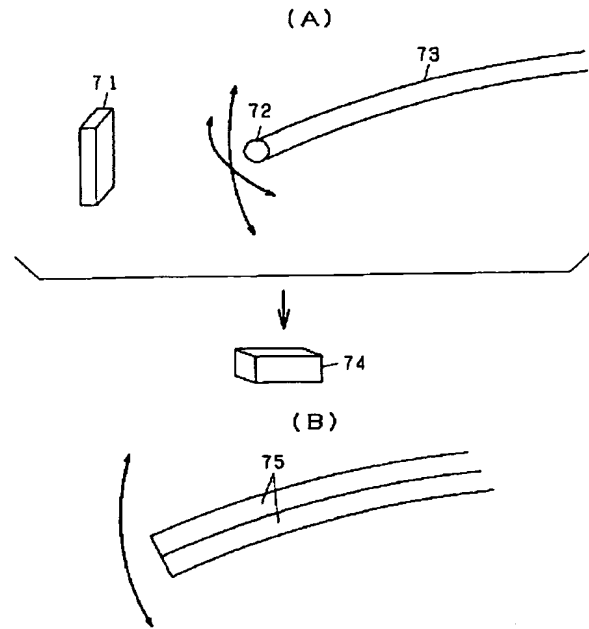
【図 18】



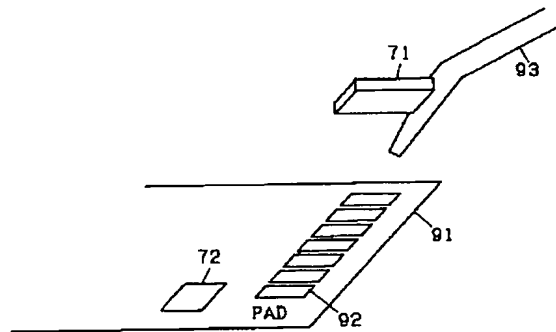
【図 20】



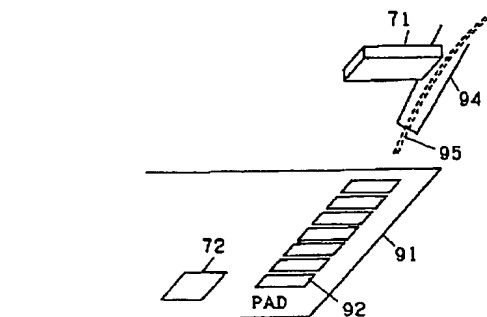
【図 19】



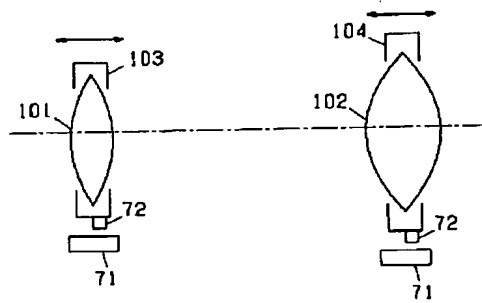
【図 21】



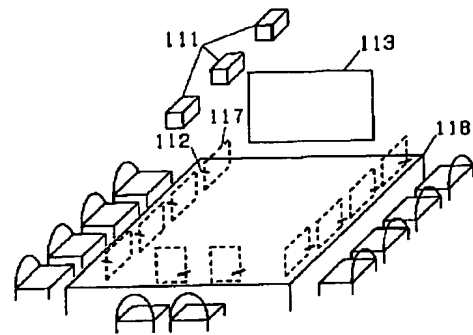
【図 22】



【図 23】



【図 25】



【図 26】

